

토머스 쿤의 『코페르니쿠스 혁명』 1장과 3장에서 발췌한 글

개념 체계의 기능들(1장의 결론)

[관찰과 달리] 2구체 우주는 인간 상상력의 산물이다. 그것은 관찰들로부터 도출된 개념 체계, 즉 이론이지만, 동시에 관찰을 넘어선다. 그것은 아직 모든 천체의 운동을 설명해주진 못하기 때문에(특히 행성은 여태까지 빼먹고 있었다), 2구체 우주론은 완전하지 않다. 그러나 이미 그것은 과학 이론이 그 이론의 개발자나 사용자들을 위해 수행할 수 있는 몇몇 논리적, 심리적 기능들의 설득력 있는 실례를 제공하고 있다. 모든 과학적 개념 체계의 진화는, 천문학적 체계든 아니든, 그것이 이 기능들을 수행하는 방식에 의존한다. 2구체 우주가 복잡해지는 다음 두 장에 앞서 그 기능들의 일부를 분명히 밝혀둬으로써, 우리는 코페르니쿠스 혁명에 대한 이 연구에서 나타날 가장 근본적인 몇몇 문제들을 미리 조명할 수 있다.

아마도 2구체 우주의 가장 두드러진 특징은 그것이 천문학자의 기억에 도움을 준다는 것이다. 개념 체계의 이러한 특징은 흔히 개념적 경제성으로 불린다. 앞선 절들에서 다루었던 태양에 대한 관찰과 별에 대한 관찰은 둘 다 조심스럽게 선택되고 체계적으로 제시되었음에도, 하나의 묶음으로서는 극도로 복잡했다. 하늘에 대해 이미 속속들이 잘 알고 있지 않은 사람에게, 태양이 뜨는 비스듬한 선의 방향이나 해시계 바늘 그림자의 행동과 같은 하나의 관찰은 천극의 위치나 남쪽 하늘 별들의 짧은 출현과 같은 또 다른 관찰과 별 관련이 없어 보일 것이다. 각각의 관찰은 하늘에 관한 단순 사실들의 긴 목록에 포함된 별도의 항목일 뿐이고, 기억 속에 그 전체 목록을 동시에 유지하는 것은 어려운 일이다.

2구체 우주는 그러한 문제를 야기하지 않는다. 별을 품은 거대한 구는 고정된 축을 중심으로 23시간 56분에 한 바퀴씩 꾸준히 서쪽으로 돈다. 황도는 천구의 적도에 비해 $23\frac{1}{2}^\circ$ 기울어진 천구상의 대원이고, 태양은 $365\frac{1}{4}$ 일에 한 바퀴씩 황도를 따라 서서히 동쪽으로 움직인다. 태양과 별들은 거대한 천구의 중심에 위치한 아주 작은 고정된 구에서 관찰된다. 이 정도는 단숨에 완전히 기억될 수 있으며, 그것을 기억하는 한 관찰들의 목록은 잊어도 된다. 이 모형은 목록을 대신해 주는데, 우리가 이미 본 것처럼, 관찰은 이 모형에서 도출될 수 있기 때문이다. 2구체 우주를 머릿속에 단단히 박아두고서 하늘을 관찰하는 사람에게, 그것 없이는 관련이 없어 보였을 관찰들 사이에서 패턴이 개념 체계에 의해 밝혀지고, 관찰들의 목록이 처음으로 정합적인 전체가 되고, 그림으로써 목록 속 각각의 항목들이 더욱 쉽게 기억될 것이다. 이론이 제공하는 이러한 체계적인 요약이 없었더라면, 과학은 자연에 관한 그렇게 엄청난 양의 상세한 정보를 축적할 수 없었을 것이다.

2구체 우주는 엄청난 양의 중요한 관찰 자료들에 대한 압축적인 요약을 제공하기 때문에, 2구체 우주는 오늘날에도 많은 사람들에게 활발하게 활용된다. 항해와 측량 모두의 이론과 실체는 그림 11의 명세대로 만들어진 모형으로부터 엄청나게 단순하면서도 정확하게 전개될 수 있으며, 현대 천문학에서 요구되는 모형은 훨씬 더 복잡하기 때문에, 이 과목들을 가르칠 때는 2구체 우주가 코페르니쿠스의 우주보다 우선적으로 흔히 사용된다. 항해나 측량에 관한 대부분의 안내서들은 다음과 같은 문장으로 시작한다. “지금의 목적을 위해, 우리는 지구가 작은 고정된 구이며, 그 중심은 회전 중인 훨씬 커다란 천구의 중심과 같다고 가정할 것이다.” 따라서, 경제성 면에서 평가할 경우 2구체 우주는 항상 그래왔던 대로 여전히 대단히 성공적인 이론이다.

그러나 다른 측면에서 2구체 우주는 더 이상 전혀 성공적이지 않은데, 이는 코페르니쿠스 혁명 이후의 일이다. 2구체 우주는 여전히 계속 경제적이지만, 그것은 단지 경제성이 순전히 논리적 기능(function)이기 때문이다. 고대의 천문학자들에게 알려져 있었고 현대의 항해사들에 의해 사용되는 천문 관찰의 내용은 2구체 모형의 논리적 귀결로, 이는 그 모형이 실재를 표상하는 것으로 간주되든 아니든 상관이 없다. 과학자의 태도, 즉 개념 체계의 “참”에 대한 그의 믿음은 그 체계가 경제적인 요약을 제공하는 논리적 능력에는 영향을 주지 않는다. 그러나 개념 체계는 논리적 기능뿐 아니라 심리적 기능도 가지는데, 이는 과학자의 믿음이나 의심에 정말로 좌우된다. 예를 들어, 2절에서 논의된 편안함에 대한 심리적 욕구가 개념 체계

에 의해 충족될 수 있으려면, 그 체계가 이미 알려진 것을 요약해주는 편리한 장치 이상의 것으로 간주되어야만 한다. 고대와 이후의 중세 시대에 유럽 세계는 정말로 2구체 우주 관념에 이러한 부가적인 믿음을 가졌었다. 그들은 과학자든 비과학자든 모두 똑같이 별들이 정말 인간의 거주지를 대칭적으로 둘러싼 거대 천구 위의 밝은 점이라고 믿었다. 그 결과, 2구체 우주론은 정말로 수세기 동안 많은 사람들에게 세계관을 제공했으며, 이 세계관은 창조된 세계 속에서 그들의 자리를 정의해 주는 한편 그들과 신의 관계에 물리적 의미를 부여해 주었다. 3장과 4장에서 보게 되겠지만, 믿음을 받는 개념 체계로서 우주론의 일부로서 기능하는 개념 체계는 과학적 의미를 넘어서는 중요성을 가진다.

믿음은 개념 체계가 과학 내에서 기능하는 방식에도 영향을 준다. 순전히 논리적 기능으로서의 경제성과 순전히 심리적 기능으로서의 논리적 만족은 스펙트럼의 양 극단에 있다. 그 스펙트럼의 양 극단 사이에도 다른 많은 중요한 기능들이 있는데, 이러한 기능들은 그 이론의 논리적 구조와 그 심리적 호소력, 즉 믿음을 자아내는 능력 모두에 의존한다. 예를 들어, 2구체 우주의 타당성을 믿는 천문학자에게, 그 이론은 현상들에 대한 편리한 요약을 제공할 뿐 아니라, 그것들을 설명해주고 왜 그것들이 그렇게 있는지 이해하게 해줄 것이다. “설명”과 “이해”와 같은 말들은 개념 체계의 논리적 측면과 심리적 측면을 동시에 가리킨다. 논리적인 차원에서, 2구체 우주는 별들의 운동을 설명해주는데, 그것은 그 운동이 매우 단순한 모형으로부터 도출될 수 있기 때문이다. 복잡성이 줄어들고(reduced), 이러한 논리적 환원(reduction)은 설명의 한 가지 필수적인 요소이다. 그러나 그것은 유일한 요소가 아니다. 심리적인 차원에서, 2구체 우주는 그것을 참으로 믿지 않는다면 아무런 설명도 제공하지 않는다. 현대의 항해사는 그의 일에 2구체 우주를 사용하지만, 별들의 운동을 바깥 구의 회전으로 설명하지는 않는다. 그는 별들의 일주 운동이 겉보기 운동일 뿐이라고 믿고 있으며, 따라서 그는 그것을 지구의 실제 회전의 결과로 설명해야 한다.

설명에 어떤 개념 체계를 기꺼이 이용하고자 하는 과학자의 의향은 그 체계에 대한 그의 충성도의 지표로, 즉 자신의 모형만이 타당한 모형이라는 그의 믿음의 징표가 된다. 그러한 충성 또는 믿음은 언제나 성급하기 마련인데, 왜냐하면 경제성과 우주론적 만족감은 참을 — “참”이 무엇을 의미하든 — 보장할 수 없기 때문이다. 과학사에는 한때 열렬히 신봉되었지만 양립 불가능한 이론들에 의해 대체된 개념 체계들의 유물들이 어지럽게 깔려 있다. 한 개념 체계가 최종적임을 증명하는 방법은 없다. 그러나 성급하든 아니든, 개념 체계에 대한 이러한 충성은 과학의 일반적인 현상으로, 그것은 어쩔 수 없는 것 같다. 왜냐하면 그 점은 개념 체계에 가장 중요한 한 가지 새로운 기능을 부여하기 때문이다. 개념 체계는 포괄적이며, 따라서 그 귀결은 이미 알려진 것에 제한되지 않는다. 따라서 예컨대 2구체 우주를 신봉하는 천문학자는 자연이 개념 체계에 의해 예측되는 추가적인 — 그러나 아직 관찰되지 않은 — 속성을 보여줄 것이라고 예측할 수 있다. 그에게 그 이론은 알려진 것을 넘어서, 미지의 것을 예측하고 탐구하는 그 무엇보다도 강력한 도구가 될 것이다. 그것은 과학의 과거뿐 아니라 과학의 미래에도 영향을 줄 것이다.

2구체 우주는 그 과학자에게 (남반구나 지구상의 극처럼) 그가 가본 적이 없는 세계의 지역들에서 보이는 태양과 별들의 운행에 대해 말해준다. 더구나 그것은 그가 체계적으로 관찰한 적이 없는 별들의 운동에 대해서도 알려준다. 그 별들은 천구에 박혀 있기 때문에, 다른 별들과 마찬가지로 일주권을 돌아야 한다. 이는 애초에 관찰로부터는 도출되지 않지만 개념 체계로부터는 직접적으로 도출되는 새로운 지식이며, 그러한 새로운 지식은 엄청나게 중요할 수 있다. 예를 들어, 2구체 우주론은 지구에 원둘레가 있다고 말해주고, 또한 그것은 천문학자가 지구 둘레의 크기를 알아낼 수 있는 관찰의 종류를 제안해 준다(이는 기술상세 부록 4절에서 다루고 있다). 이러한 관찰들 중 일부(공교롭게도 나쁜 것이어서, 그에 따른 둘레의 수치는 매우 작았다)로 인해 콜럼버스는 세계 일주가 현실적인 일이라 믿게 되었고, 그의 항해 결과들은 기록으로 남게 되었다. 그 항해들과 그 뒤를 이은 마젤란의 여행과 및 기타 여정들은 과거 순전히 이론으로부터 도출되었던 믿음에 관찰 증거를 제공했을 뿐 아니라, 예상치 않았던 많은 관찰들을 과학에 공급해 주었다. 만약 개념 체계가 길을 가르쳐주지 않았다면, 그 항해는 착수되지 않았을 것이며, 그 새로운 관찰들은 과학에 누적되지 못했을 것이다.

콜럼버스의 항해는 개념 체계의 생산성을 보여주는 한 사례이다. 그것은 어떻게 이론이 과학자를 미지의

영역으로 안내할 수 있는지 보여주는데, 즉 이론은 그에게 어디를 봐야 할지, 무슨 발견을 기대할 수 있는지를 말해준다. 아마도 이는 과학의 개념 체계가 지닌 단일 기능으로서는 가장 중요한 기능일 것이다. 그러나 개념 체계에 의해 제공되는 가이드가 위에서 예시된 것처럼 그렇게 직접적이고 명백한 경우는 흔치 않다. 보통 개념 체계는 명시적인 지령을 주기보다 연구의 준비를 위한 단서를 제공할 뿐이고, 이러한 단서를 얻으려면 보통 개념 체계의 확장이나 수정이 필요하다. 예를 들어, 2구체 우주는 처음에는 주로 별들의 일주 운동과 그 운동이 지구상의 관찰자의 위치에 따라 변화하는 방식을 설명하기 위해 개발되었다. 그러나 일단 그것이 개발되자, 그 새 이론은 태양의 운동에 대한 관찰에도 질서와 단순성을 주기 위해 손쉽게 확장되었다. 그리고 태양의 운행의 복잡성 아래에 깔려 있던 예기치 않은 규칙성을 꼬집어냄으로써, 그 개념 체계는 그보다 훨씬 더 불규칙한 행성들의 운동을 연구할 수 있는 틀도 제공했다. 태양의 전반적인 운동에 질서가 잡히기 전까지, 그 문제는 감당할 수 없는 문제로 보였었다. ...

거시적으로 바라본 아리스토텔레스의 세계관(3장의 결론)

아리스토텔레스의 글들이 가진 권위의 일부는 그 자신의 독창적인 생각들이 지닌 탁월함에 기인하고, 일부는 그 엄청난 범위와 논리적 정합성에 기인하며, 이는 오늘날에도 여전히 인상적이다. 그러나 내가 믿기에, 아리스토텔레스의 권위의 일차적인 근원은 그의 사고가 가진 세 번째 측면에 있으며, 현대적인 머리로는 이를 다시 움켜잡기가 더욱 어렵다. 아리스토텔레스는 그가 거기에 논리적 언어적 근거를 제공하기 전부터 수 세기 동안 존재해왔던 우주에 대한 많은 자연스러운 직관들을 추상적이면서 일관된 방식으로 표현할 수 있었다. 많은 경우 이것들은 17세기부터 초등 과학 교육에 의해 점차 서구 성인의 머릿속에서 추방된 바로 그 직관들이다. 오늘날 가장 세련된 성인들이 가진 자연관은 아리스토텔레스의 견해와 별로 중요한 닮은 점을 보이지 않지만, 아이들이나 원시 부족의 구성원들, 많은 비서구 사람들의 견해는 그와 놀라울 정도로 정말 닮아 있다. 때때로 그 닮은 점들은 발견하기 어려운데, 왜냐하면 그것들은 아리스토텔레스의 추상적인 어휘나 그의 정교한 논리적 방법에 의해 감춰져 있기 때문이다. 이는 아리스토텔레스적 변증법의 요소들이며 원시인들과 아이들에게는 그것들의 초보적인 부분만이 발견될 수 있다. 그러나 자연에 대한 아리스토텔레스의 실제 생각들은 그가 그것들을 표현하고 기록하는 방법과 대조적으로 우주에 대한 보다 초기의 더 기초적인 직관들의 중요한 유산들을 정말로 보여주고 있다. 이 유산들에 주의하지 않으면, 우리는 의미를 놓칠 수 있으며 아리스토텔레스 학설의 중요한 부분들의 힘을 분명히 놓치게 될 것이다.

원시적 유산들의 본성과 그것들이 아리스토텔레스적 변증법의 영향으로 변화한 방식은 공간과 운동에 대한 아리스토텔레스의 논의에서 분명하게 예시되어 있다. 원시 사회와 아이들의 세계관은 물활론적인 경향이 있다. 즉, 아이들과 많은 원시인들은 유기물과 무기물 사이, 생명체와 비생명체 사이를 우리처럼 엄격하게 재빠르게 구분하지 않는다. 유기물의 영역은 개념적 우선권을 가지고 있으며, 구름, 불, 돌의 행동은 인간과 (아마도) 동물을 움직이는 것과 같은 내적 욕구와 바람을 통해 설명되는 경향이 있다. 풍선은 왜 올라가느냐는 질문을 받으면, 넷 중 한 아이는 “그들이 멀리 날아가고 싶기 때문”이라고 답한다. 여섯 살의 다른 아이는 풍선이 올라가는 이유를 이렇게 설명한다. “그들은 공기를 좋아한다. 그래서 당신이 풍선을 놓으면 하늘로 올라간다.” 상자는 왜 땅으로 떨어지느냐는 질문을 받으면, 다섯 살의 한스는 “그것이 거기에 가고 싶기 때문”이라고 답한다. 왜? “[그것에게는 거기에 있는 것이] 좋은 일이기 때문이다.”¹⁾ 원시인들도 비슷한 설명을 자주 한다. 물론 그 설명들은 문자 그대로 받아들일 수 없는 신화로 표현되어 있기 때문에, 그것들을 이해하기는 더욱 어렵다. 우리는 이미 태양의 운동을 하늘을 가로질러 자신의 배를 타고 항해 중인 신의 운동으로 보는 이집트인의 설명을 검토한 바 있다.

아리스토텔레스의 우주는 종종 적어도 은유적으로는 살아있는 것처럼 보이긴 하지만, 그의 돌은 살아있지 않다. 그러나 우주의 중심에 있는 자신의 자연스러운 자리를 성취하기 위해 손을 떠나는 돌에 대한 그의 직관은 공기를 좋아하는 풍선이나 거기에 있는 것이 좋기 때문에 땅으로 떨어지는 상자에 대한 어린

1). Jean Piaget, *The Child's Conception of Physical Causality*, trans. Marjorie Babain (London: Kegan Paul, Trench, Trubner, 1930), pp. 110-111.

아이의 직관과 그렇게 많이 다르지 않다. 어휘는 달라졌으며, 그 개념들은 성인의 논리로 처리되고 있으며, 물할론은 변형되었다. 그러나 아리스토텔레스 학설이 가진 호소력의 대부분은 그 학설의 기저를 이루고 있는 직관의 자연스러움에 놓여 있음이 분명하다.

그러나 운동에 대한 아리스토텔레스의 설명을 받치고 있는 심리적 토대는 물할론만이 아니다. 보다 미묘하고 내 생각에는 보다 중요한 요소는 공간에 대한 원시적 직관의 아리스토텔레스적 변형에서 유래한다. 선사 문명과 원시 부족의 구성원들에게, 공간은 우리 모두가 보통은 그것을 알지 못한 채 길러진 뉴턴 공간과 매우 달라 보인다. [뉴턴 공간에서] 물체는 공간 **속에** 위치해야 하며 공간을 **가로질러** 움직여야 하지만, 공간의 특정한 부분과 운동의 특정한 방향은 물체에 아무런 영향을 행사하지 않는다. 공간은 모든 물체에게 무기력한 기저(substratum)이다. 각 위치와 각 방향은 다른 어디와도 같다. 현대 용어에서, 공간은 균일하고 등방성을 가진다. 즉 공간에는 “위”도 “아래”도 없으며, “동”도 “서”도 없다.

반대로 원시 사회의 공간은 대개 방 안의 공간이나 집 안의 공간이나 공동체 안의 공간처럼 생활공간에 보다 가깝다. 그 공간에는 “위”와 “아래”가 있으며, “동”과 “서”(혹은 “앞”과 “뒤”) — 많은 원시 사회에서 방향을 뜻하는 말들은 몸의 부위를 뜻하는 말들에서 유래하며 이 부분들의 고유한 차이점을 반영하고 있다)가 있다. 각 자리는 어떤 물체를 “위한” 자리이거나 어떤 특징적인 활동이 일어나는 “곳의” 자리이다. 각 지역과 공간의 방향은 다른 어디와도 특징적으로 다르며, 그 차이들은 각 지역에 있는 물체의 행동을 부분적으로 결정한다. 보통 원시인의 공간은 일상적인 삶의 능동적이며 역동적인 공간으로, 각각의 지역은 각각의 특징을 가진다. ...

아리스토텔레스의 공간 관념에 내재한 원시적 유산들은 그렇게 분명한 경우가 거의 없다. 그러나 아리스토텔레스의 《물리학(Physics)》에 실려 있는 운동에 대한 다음 논의를 살펴보자.

기본적인 자연의 물체들—즉 불, 흙 등—의 전형적인 운동은 장소가 무언가일 뿐 아니라 그것이 어떤 영향력을 발휘한다는 것을 보여준다. 방해받지 않는 한, 각각은 자신의 장소로 옮겨져, 어떤 것은 위로, 어떤 것은 아래로 옮겨진다. ... “위”는 아무 방향이 아니라, 불과 가벼운 것이 옮겨져 오는 곳이다. 이와 비슷하게, “아래” 역시도 아무 방향이 아니라, 무거운 것과 흙으로 만들어진 것이 옮겨져 오는 곳이다. 이는 이 장소들이 상대적인 위치만 다른 것이 아니라 서로 구별되는 능력을 가지고 있다는 것을 함축한다.²⁾

이 구절은 운동에 대한 아리스토텔레스식 설명에 깔려 있는 공간 관념의 거의 완벽한 요약이다. 즉 “장소가 ... 어떤 영향력을 발휘한다.” 그리고 “장소들이 상대적인 위치만 다른 것이 아니라 서로 구별되는 능력을 가지고 있다.” 이러한 장소들은 물체의 운동에서 능동적이고 역동적인 역할을 수행하는 공간의 장소들이다. 공간 그 자체가 불과 돌을 변방과 중심에 있는 그들의 자연스러운 보금자리로 옮기는 추동력을 제공한다. 우리에게 이는 낯선 관념인데, 왜냐하면 우리는 코페르니쿠스 혁명의 후손들로, 그 혁명은 아리스토텔레스적인 공간 관념을 폐기하고 교체할 수밖에 없도록 만들었기 때문이다. 그러나 그 개념은 아주 이상한 것이 아니다. 어쩌면 단지 우연이겠지만, 아인슈타인의 일반 상대성 이론에 포함된 공간적 개념들은 중요한 측면들에서 뉴턴의 개념보다 아리스토텔레스의 개념에 더 가깝다. 그리고 아인슈타인의 우주는, 아리스토텔레스의 우주와는 비슷하고 뉴턴의 우주와는 다르게, 유한할지 모른다.

아리스토텔레스의 세계관은 고대에 만들어진 유일한 세계관도 아니었고, 지지자를 얻은 유일한 세계관도 아니었다. 그러나 고대의 경쟁 세계관들에 비해 아리스토텔레스의 세계관은 세계에 대한 많은 원시적 관념들에 훨씬 더 가까웠으며, 그것은 맨 감각 지각에 의한 증거와 보다 밀접하게 맞아떨어졌다. 이 점은 그것이, 특히 중세 후기에, 그렇게 엄청난 영향력을 행사했던 또 다른 이유이다. 그것이 가진 호소력의 적어도 일부와 별도로, 우리는 아리스토텔레스의 우주론이 고대 천문학 전통에 더해준 힘을 더 잘 평가할 수 있다. ... (끝)

2). Aristotle, *Physica*, trans. R. P. Hardis and R. K. Gaye, in *The Works of Aristotle*, II (Oxford: Clarendon Press, 1930), 208b8-22.